

# 提高水利工程顶管施工效率的技术手段与管理策略

李小艳<sup>1</sup> 李芳芳<sup>2</sup> 蒋标<sup>3</sup>

1. 淮安市淮河水利建设工程有限公司, 中国·江苏 淮安 223000
2. 江苏省淮安市淮安区渠南水利管理所, 中国·江苏 淮安 223000
3. 江苏淮源工程建设监理有限公司, 中国·江苏 淮安 223005

**摘要:** 随着经济的快速发展和城市化进程的加速推进, 水利工程建设在中国呈现出蓬勃的发展态势。顶管施工作为水利工程建设中重要的非开挖施工方法, 在提高施工效率、节约用地资源、降低环境影响等方面具有显著优势。然而, 顶管施工过程中也面临着一系列技术难题和管理挑战。基于此, 论文分析了顶管施工效率影响因素, 探讨了提高顶管施工效率的技术手段和提高顶管施工效率的管理策略, 以提升水利工程顶管施工效率, 保障工程质量与安全。  
**关键词:** 水利工程; 顶管; 施工; 效率; 技术手段; 管理; 策略

## Technical Means and Management Strategies for Improving the Efficiency of Hydraulic Engineering Pipe Jacking Construction

Xiaoyan Li<sup>1</sup> Fangfang Li<sup>2</sup> Biao Jiang<sup>3</sup>

1. Huai'an Huaihe Water Conservancy Construction Engineering Co., Ltd., Huai'an, Jiangsu, 223000, China
2. Qunan Water Conservancy Management Office, Huai'an District, Huai'an City, Jiangsu Province, Huai'an, Jiangsu, 223000, China
3. Jiangsu Huaiyuan Engineering Construction Supervision Co., Ltd., Huai'an, Jiangsu, 223005, China

**Abstract:** With the rapid development of the economy and the acceleration of urbanization, water conservancy engineering construction in China is showing a vigorous development trend. Top pipe construction, as an important non excavation construction method in water conservancy engineering, has significant advantages in improving construction efficiency, saving land resources, and reducing environmental impact. However, the top-down construction process also faces a series of technical difficulties and management challenges. Based on this, the paper analyzes the factors affecting the efficiency of pipe jacking construction, explores the technical means to improve the efficiency of pipe jacking construction and the management strategies to improve the efficiency of pipe jacking construction, in order to enhance the efficiency of water conservancy engineering pipe jacking construction and ensure project quality and safety.

**Keywords:** water conservancy engineering; top pipe; construction; efficiency; technical means; administration; strategy

### 1 引言

顶管施工是一种通过液压或机械力将管道从始发井推入接收井, 实现地下管道铺设的非开挖施工方法。相比于传统开挖法, 顶管施工具有施工周期短、对地面交通影响小、环保效益显著等优点, 广泛应用于市政给排水、石油天然气、电力通信及交通隧道等领域。然而, 由于地质复杂性、施工工艺选择、风险防控等因素, 顶管施工效率的提升仍面临诸多挑战。因此, 研究提高顶管施工效率的技术手段与管理策略具有重要意义。

### 2 顶管施工效率影响因素分析

顶管施工效率受多种因素影响, 这些因素贯穿于施工准备、实施到验收的全过程<sup>[1]</sup>。以下是对其中几个关键影响因素的详细分析。

#### 2.1 地质条件

地质条件是顶管施工中最基础也是最关键的影响因素。

复杂的地质条件, 如砂层、卵石层、软土层等, 不仅会增加施工难度, 还会显著增大顶进阻力, 从而导致施工效率低下。在这些地质条件下, 顶管设备可能更容易出现故障, 施工人员也需要花费更多的时间和精力来应对各种突发情况。此外, 地下水位的高低、地下障碍物的存在等也会对顶管施工产生不利影响, 需要在施工前进行充分的勘探和准备。

#### 2.2 施工工艺选择

顶管施工工艺的选择对于施工效率和工程质量具有直接影响。传统的顶管施工方法, 如手工挖掘、小型机械顶进等, 虽然适用于短距离、小管径的工程, 但在面对长距离、大管径的工程时, 可能会面临施工难度大、效率低等问题。因此, 针对不同地质条件和工程需求, 选择合适的施工工艺至关重要。例如, 在地质条件复杂的区域, 可能需要采用更为先进的顶管技术, 如泥水平衡顶管法、土压平衡顶管法等, 以提高施工效率和安全性。

## 2.3 施工设备性能

施工设备的性能也是决定顶管施工效率和稳定性的关键因素。先进的顶管设备,如高精度导向系统、大功率顶进系统等,能够显著提高施工精度和效率,减少人为误差和施工难度。然而,如果设备选型不当或性能不足,不仅无法满足施工需求,还可能成为制约施工效率提升的重要因素。因此,在施工前,需要对所需设备进行充分的调研和比较,确保所选设备能够满足工程需求并具有良好的性能表现<sup>[1]</sup>。

## 2.4 管理水平

施工管理水平的高低同样对顶管施工的顺利进行和效率提升具有重要影响。科学合理的施工组织、严格的质量控制、有效的风险管理等,都是保障施工效率和工程质量的关键。如果管理水平低下,可能会导致施工现场混乱、质量问题频发、安全风险增加等不利后果,从而影响施工效率和工程质量。因此,在顶管施工中,要注重管理水平的提升,加强施工组织、质量控制和风险管理等方面的工作。

## 3 提高顶管施工效率的技术手段

顶管施工作为城市地下管线建设的重要方法,其效率直接关乎工程的进度、成本以及整体质量。为了有效提升顶管施工的效率,我们可以从优化施工工艺、更新施工设备、地质勘察与预报分析以及土壤改良与注浆加固这四个核心方面进行深入探讨和实践。

### 3.1 优化施工工艺

优化施工工艺是提高顶管施工效率的首要途径。通过引入先进的施工方法和改进管道连接技术,我们可以显著提升施工的速度和质量。

#### 3.1.1 先进施工方法的应用

针对不同的地质条件和工程需求,选择并应用先进的施工方法是至关重要的。土压平衡法和泥水平衡法作为两种主流的顶管施工方法,在实际工程中展现出了显著的优势。第一,土压平衡法通过精确调节土仓压力与开挖面土压力,确保两者保持平衡,从而有效减少地面沉降和顶进阻力。这种方法特别适用于地质条件复杂、地面沉降要求严格的工程。在施工过程中,通过实时监测和调整土方压力,我们可以确保顶管机在推进过程中保持稳定的开挖面,进而减少地层损失和地面沉降的风险,提高施工效率。第二,泥水平衡法则是通过注入泥水来维持挖掘面的稳定。这种方法在长距离、大管径的顶管工程中尤为适用。泥水作为挖掘面的支撑介质,能够有效平衡地层压力和地下水压力,防止地层坍塌和涌水现象的发生。同时,泥水还起到润滑和减阻的作用,降低顶进过程中的阻力,进一步提高施工速度。

#### 3.1.2 管道连接技术的改进

管道连接是顶管施工中的关键环节。传统的连接方式如焊接、法兰连接等存在诸多不足,如连接效率低、密封性能差等。因此,我们积极采用新型连接方式,如橡胶密

封圈连接和热熔连接,以提高连接效率和密封性能。第一,橡胶密封圈连接通过在管道接口处设置橡胶密封圈,实现快速、紧密的连接。这种连接方式不仅提高了连接效率,还增强了管道的密封性能,有效减少了因连接不当导致的漏水等问题。第二,热熔连接则是一种更为先进的管道连接方式。通过加热管道接口处使其熔化并黏合在一起,形成牢固的连接。这种连接方式具有连接强度高、密封性能好等优点,特别适用于大口径、高压力的管道连接。

### 3.2 更新施工设备

施工设备是顶管施工的重要物质基础。通过引入高性能施工机械和智能化控制系统,我们可以显著提升施工效率和质量。

#### 3.2.1 高性能施工机械的引入

采用具有大推力和高效率的顶进设备是提高顶管施工效率的关键。大功率顶管机具有强大的推进力和高效的挖掘能力,能够显著加快施工进度。同时,配备高精度导向系统可以确保顶管在复杂地层中准确穿越,减少偏差和误差。

#### 3.2.2 智能化控制系统的应用

智能化控制系统的引入是实现顶管施工自动化和智能化的重要手段。通过引入先进的传感器和控制系统,我们可以实时监测和记录施工过程中的各项参数,如推进力、土方压力、泥水压力等。这些数据为施工人员提供了准确的施工信息,帮助他们及时发现潜在问题并优化施工方案。同时,智能化控制系统还可以实现远程监控和操作,进一步提高施工的安全性和便捷性。

### 3.3 地质勘察与预报分析

地质勘察与预报分析是确保顶管施工安全和高效进行的重要前提。通过详细的地质勘察和准确的地质预报分析,我们可以为施工方案的制定提供科学依据,并有效防控施工风险。

#### 3.3.1 详细的地质勘察

在施工前进行全面和详细的地质勘察是确保顶管施工顺利进行的基础。地质勘察应包括地层岩性、地下水位、地下障碍物等内容的调查和分析。通过地质勘察结果,我们可以评估施工难度和风险,并制定相应的防控措施。

#### 3.3.2 地质预报分析

地质预报分析是在地质勘察基础上进行的进一步工作。通过对基坑稳定性、地下水渗流和水击压力等因素的变化趋势进行预测和分析,我们可以对施工过程中可能出现的地质灾害进行风险评估。基于地质预报结果,我们可以及时调整施工方案和设备参数,确保施工安全和高效进行。

### 3.4 土壤改良与注浆加固

针对不良地质条件,采取土壤改良措施是提高顶管施工效率的有效途径之一。注浆加固作为一种常用的土壤改良方法,在提高土壤承载力和稳定性方面具有显著效果。第一,注浆加固是通过向土壤中注入浆液并使其固化来提高土

壤承载力和稳定性的方法。在选择注浆材料时,我们需要考虑其固化速度、强度、渗透性等性能,并根据实际地质条件进行优化配比。通过选择合适的注浆材料和优化配比,我们可以提高注浆效果和固化速度,从而加快施工进度。第二,采用高效注浆设备如高压注浆泵等也可以进一步提高施工效率。在施工过程中,我们需要实时监测注浆压力和注浆量等参数,并根据实际情况进行调整和优化,以确保注浆加固效果达到预期目标。

## 4 提高顶管施工效率的管理策略

顶管施工作为城市地下管线建设的重要组成部分,其效率直接关系到工程的进度、成本和质量。为了进一步提升顶管施工的效率,我们不仅需要关注技术层面的创新,还需要从管理策略上进行全面优化。以下将从组织管理体系建设、质量控制与验收标准制定、风险评估与防控措施制定、进度控制与技术支持以及信息化管理系统建设五个方面展开详细论述。

### 4.1 组织管理体系建设

组织管理体系是顶管施工高效运行的基石。首先,为了构建科学合理的组织架构,我们首先需要明确各个岗位的职责和权限,确保施工管理的高效运行。这包括项目经理、技术负责人、施工队长等关键岗位,他们各自承担着不同的职责,需要协同合作,共同推动项目的顺利进行。其次,建立良好的信息沟通和协调机制也是至关重要的。我们需要确保各相关部门之间的信息传递及时、准确,以便及时协调解决施工过程中的问题和冲突。这可以通过定期召开施工会议、建立信息共享平台等方式实现。最后,加强培训和培养管理人员的能力也是提升施工效率的关键。我们需要通过定期开展培训和学习交流活动,提高施工人员的操作技能和安全意识,使他们能够更好地适应施工环境,提高工作效率。

### 4.2 质量控制与验收标准制定

质量控制是顶管施工的核心环节。第一,为了确保施工过程中的质量能够符合设计要求,我们需要制定详细的质量控制方案。这包括材料选择、施工工艺、工程检测等方面的具体要求和控制措施。例如,在材料选择方面,我们需要确保所使用的管材、配件等符合相关标准,并经过严格的质量检测。第二,制定严格的验收标准也是保证施工质量的重要一环。验收标准应包括对外观、尺寸、强度等方面的具体要求,并要与相关规范和标准相一致。我们需要建立健全的验收机制和程序,明确验收责任人和流程,确保每一道工序都经过严格的验收合格后才能进行下一道工序的施工。

### 4.3 风险评估与防控措施制定

在顶管施工过程中,我们可能会面临各种风险,如地质灾害、施工工艺风险等。因此,进行全面的风险评估并制定相应的防控措施是至关重要的。第一,我们需要对施工过程中可能存在的风险进行识别和评估,并根据评估结果制定相应的防控措施。例如,针对地质灾害风险,我们可以加强

与地质勘察部门的沟通和协调,提前了解地质情况,并采取相应的加固措施。第二,我们还需要加强与相关部门的沟通和协调,共同推动施工现场的安全工作。通过安全生产管理和风险防控,我们可以提高施工现场的安全性和稳定性,为施工效率的提升提供有力保障。

### 4.4 进度控制与技术支持

进度控制是顶管施工管理的重要内容。第一,需要建立详细的施工进度计划,并进行实时跟踪和监测,确保施工进度合理安排和执行。在施工过程中,需要通过调整资源配置、优化工艺等手段,解决进度延迟和阻碍因素,保证工程按计划完成。第二,提供充分的技术支持也是提升施工效率的关键。需要组建专业的技术支持团队,应具备专业知识和经验,能够及时响应施工现场的需求,提供施工方案设计、施工方法指导、技术问题解答等支持。通过技术支持团队的协助,可以解决施工过程中的技术难题,提高施工效率。

### 4.5 信息化管理系统建设

在信息化时代,利用大数据、人工智能等技术手段建立信息化管理系统是提升顶管施工效率的重要途径。第一,需要实现施工数据的实时采集、传输和处理,对施工过程进行实时监控和预警。通过信息化手段,可以优化资源配置,提高设备利用率和施工效率。例如,我们可以利用智能传感器实时监测施工现场的各项参数,如土壤压力、顶进速度等,并根据监测数据进行实时调整和优化施工方案。第二,还可以利用大数据分析技术对历史施工数据进行挖掘和分析,为今后的施工提供有益的参考和借鉴。

## 5 结语

总之,顶管施工作为水利工程建设中重要的施工方法之一,在提高施工效率、节约用地资源、降低环境影响等方面具有显著优势。通过优化施工工艺、更新施工设备、加强地质勘察与预报分析等技术手段,以及建立科学合理的组织管理体系、制定严格的质量控制与验收标准、进行风险评估与防控措施制定等管理策略,能够有效提升顶管施工效率,保障工程质量与安全。随着新材料、新技术、新工艺的不断涌现,顶管施工技术将迎来更加广阔的发展前景。未来,应继续加强顶管施工技术的研究与创新,推动智能化、自动化技术在顶管施工中的应用,进一步提升施工效率和工程质量。同时,还应密切关注政策法规变化,及时调整企业战略和业务模式,以适应市场需求和行业发展趋势。

### 参考文献:

- [1] 石新中.水利工程施工中顶管施工技术研究[J].珠江水运,2022(21):33-35.
- [2] 韩显达.水利工程建设中顶管施工技术的应用研究[J].地下水,2022(5):55-57.

作者简介:李小艳(1989-),女,中国江苏淮安人,本科,工程师,从事水利水电施工研究。